

КОММУНАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 721.011.012 : 699.887.3 : 658.5

Л.М.ШУТЕНКО, Ф.В.СТОЛЬБЕРГ, В.І.ТОРКАТЮК, доктора техн. наук
Харківська національна академія міського господарства

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ В БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Аналізується сучасний стан формування життєвого циклу міського житлового фонду з урахуванням його радіаційного забруднення на різних просторово-часових фазах існування. Вирішуються питання прийняття раціональних організаційно-технологічних і технічних рішень щодо зменшення радіаційної небезпеки в міському житловому фонді. Запропоновано алгоритм моніторингу радіаційного фактора. Аналізуються залежності регламентованих радіаційних параметрів об'єктів міського житлового фонду від багатфакторних показників. Розглядаються характерні особливості дії малих доз опромінення на організм людини і проблеми управління процесами організаційно-технологічних рішень щодо зменшення радононебезпеки на різних етапах інвестиційної діяльності в міському житловому фонді. Запропонована система прийняття ефективних рішень при формуванні життєвого циклу житлового фонду щодо зменшення ризиків опромінення.

Напружене екологічне становище в Україні, що склалося в результаті антропогенного забруднення навколишнього середовища та внаслідок недостатніх вимог в екології і посилилося Чорнобильською катастрофою, вимагає здійснення не тільки невідкладних заходів по запобіганню руйнування та деградації природних компонентів (повітря, води, земель, надр, рослинного і тваринного світів), але і в творчій діяльності людини, наприклад, у створенні найкращого твору людства – його житлового середовища, яке є великим і дуже складним комплексом життєдіяльності [1].

З розвитком суспільства в напрямку інтенсифікації науково-технічного прогресу підвищується екологічний ризик. Дослідження проблеми забруднення навколишнього природного середовища показує, що воно охоплює всі сфери виробничої діяльності. Норма допустимих забруднень в багатьох екосистемах досягла свого максимуму. За деякими параметрами пройдена межа, коли природне середовище може протистояти сумарному забрудненню і додаткове технологічне навантаження небезпечно незворотними критичними явищами. Негативну екологічну ситуацію може створити будь-яка галузь, в тому числі така екологічно "чиста" як будівництво, де забруднення може не компенсуватися адекватними витратами.

Будівництво – це сфера виробничої діяльності з виключно високим рівнем екологічної відповідальності. Ця обставина зумовлена тим, що будівельні процеси чинять пряму дію на всі компоненти навколишнього середовища, активно формують в порівнянні короткі протягом часу антропогенні ландшафти.

При цьому необхідно приділяти увагу екологічним аспектам на всіх етапах будівництва.

Перш за все велике значення для майбутнього об'єкту та його довкілля має раціональний вибір архітектурно-компоновочних рішень. При цьому мається на увазі орієнтація об'єкту стосовно рози вітрів та сторін світу.

Дуже важливо налагодити постійний контроль за екологічною якістю використовуваних будівельних матеріалів: цемент, щебінь, цегла, пісок, тощо. Цьому питанню буде приділено необхідну увагу далі.

Енергетичні потреби майбутнього об'єкту з одного боку пов'язані зі значними витратами, тобто мають економічний характер, а з іншого боку пов'язані з викидами парникового газу в атмосферу, що призводить до небажаних змін клімату. Тобто з економічного та екологічного сенсу енергетичні потреби будівництва та експлуатації об'єкту мають бути мінімізованими. З цієї метою необхідно застосувати новітні енергозберігаючі технології опалення, освітлення, кондиціювання повітря, використання оргтехніки тощо.

Важливим напрямом в екології будівництва є широке використання нових відновлювальних джерел енергії: вітрогенераторів, сонячних та фотовольтажних систем, теплових насосів, біомаси та ін.

Значну загрозу здоров'ю майбутніх користувачів нових будівель несе помилковий підбір матеріалів для оздоблювання інтер'єрів та жилих приміщень. Емісія шкідливих газів з лінолеумів, синтетичних фарб, теплих підлог, пластмас різного призначення та ін. може спричинити непридатні умови для проживання. Тільки екологічно вірний підбір оздоблювальних матеріалів може гарантувати високоякісний стандарт проживання в споруджуємих приміщеннях.

Всі вищезазначені екологічні вимоги забезпечуються екологічною експертизою об'єктів, що повинна виконуватися впродовж всього строку будівництва на всіх його етапах.

Найкращою гарантією високоякісного будівництва з екологічної точки зору є сертифікація об'єктів за системою ISO 14000 та присутність збудованим об'єктам високого рівня екологічної якості «Зелений дім».

За традицією, вплив об'єкту на середовище на стадії будівництва вважається менш шкідливим, ніж у період експлуатації, можливо з тієї

причини, що в житті кожного господарського об'єкту час його будівництва займає порівняно невеликий строк.

Проте, зведення крупних об'єктів впливає на навколишнє середовище настільки ж шкідливо як любе виробництво, що створює негативні економічні наслідки. З цієї причини будівництво стає потенційним джерелом негативних екологічних ситуацій, які проявляються як в період зведення об'єкту, так і після завершення будівництва.

Дослідження показують, що в ролі стратегічної задачі розвитку галузі будівництва необхідна орієнтація на збереження та раціональне використання природних ресурсів. Аналіз факторів створення оптимальних умов розвитку галузі вказує на необхідність якісних змін, пов'язаних з екологізацією.

Встановлено, що оцінка впливу об'єкту на навколишнє середовище і методика визначення затрат на його збереження починає лише стадію експлуатації. Врахування забруднень і, вибір раціональних способів їх усунення для стадії будівництва не проводиться, а необхідні витрати не плануються. В зв'язку з відчуженими екологічними витратами, які виникають при будівництві крупних об'єктів, постає проблема необхідності вивчення джерел їх формування, розподілу та врахування в інвестиційних проектах. Це викликає потребу в розробці методів управління еколого-економічними системами в будівництві, обґрунтуванні природоохоронних вимог до екологічних експертиз, визначенні необхідних витрат на відвернення шкоди та відтворення середовища.

З кожним роком зростає важливість проблеми підвищення якості будівельних об'єктів, особливо їх радіоактивної якості. Приблизно 35% території України розташовано на українському кришталевому щиті з високим вмістом трансуранових елементів. Це призводить до підвищеної природної радіоактивності окремих територій України і, як наслідок, будівельної сировини та матеріалів. Крім того, висока насиченість виробництва радіаційними технологіями, використання в будівництві відходів промисловості з високим рівнем природних радіонуклідів, а також дія фактору Чорнобильської аварії обумовлюють значні дозові навантаження населення України.

Відомо, що створення системи екологічної безпеки державою і суспільством має за мету упередження прояву екологічного ризику багатогранних видів небезпечної діяльності чи дії природної стихії, оскільки їх об'єктом є природні або ж штучно створені властивості різних речовин та елементів навколишнього матеріального та природного світу, яким притаманні ті чи інші рівні небезпеки й загрози для існування людини та якісному стану довкілля [2].

Екологічний ризик виступає як різновид більш широкої категорії ризику. Не вдаючись до поглибленості теоретичного аналізу загально-го поняття ризику та зважаючи на те, що численні його аспекти уже досліджені в спеціальній [3], в тому числі юридичній літературі [4], питання ролі, місця, призначення та видові характеристики екологічного ризику в будівництві [5, 6] та інших дослідженнях розглядались фрагментарно стосовно окремих видів екологічно значимої діяльності на регулятивному та охоронному рівнях [7, 8].

В етимологічному, енциклопедичному аспекті загальна категорія ризику розглядається як вірогідність настання небажаних подій та наслідків [9].

Очевидно, що поняття ризику у цьому контексті обов'язково пов'язується із настанням негативних наслідків та непередбачуваних подій, що має суб'єктивне значення для необмеженого кола осіб.

Але матеріал, який викладено в цих роботах, не дає відповіді на всі чисельні запитання, які виникають в сучасному будівництві.

У зв'язку з цим метою даної роботи є розробка і обґрунтування засад по проектуванню і здійсненню процесів, які дають можливість вирішувати важливі еколого-економічні проблеми в сучасному будівництві.

За даними Всеукраїнського Центру радіаційної медицини Академії медичних наук України (ВЦРМ АМН України), майже 80% колективної дози (суми індивідуальних доз від іонізуючого випромінювання) формується у житлових та виробничих приміщеннях і пов'язано з будівництвом. Проведені ВЦРМ АМН України дослідження показали, що не менше половини цієї дози можна зменшити за допомогою організаційно-технологічних заходів ціною розумних витрат.

Проте, в той час, як зовнішній радіаційний гамма-фон на території України становить $6-20 \text{ мкР} \times \text{год}^{-1}$ гамма-фон у приміщеннях житлових будинків подекуди сягає $30-50 \text{ мкР} \times \text{год}^{-1}$ і вище, що призводить до невинновданого збільшення колективної дози опромінювання населення. Така ситуація вкрай незадовільна, тому що житлові об'єкти, відповідно до рекомендацій Міжнародної Комісії з Радіологічного захисту (МКРЗ), повинні розглядатися як ефективний захист від радіації.

Для ефективної реалізації заходів протирадіаційного захисту необхідно створити теоретичну базу радіаційної безпеки та захисту в будівництві.

В Україні створена Національна комісія з радіологічного захисту, створюється система норм протирадіаційного захисту. Введені в дію республіканські будівельні норми України РБН 356-91 «Положення про радіаційний контроль на об'єктах будівництва та підприємствах

будіндустрії і будматеріалів України», яким встановлені допустимі значення трьох радіаційних параметрів:

- рівень сумарної типової активності природних радіонуклідів (СА ПРН) у будівельних матеріалів;
- рівень потужності експозиційної дози (ПЕД) зовнішнього гамма-випромінювання в приміщеннях;
- рівень концентрації (ЕРК) родону-222 у повітрі приміщень.

Всі нормативні документи і теоретичні дослідження в галузі радіаційної безпеки базуються на наступних основних принципах:

- непереверження встановлених дозових меж;
- виключення всякого необґрунтованого опромінення;
- зниження дози випромінювання до можливо низького рівня.

Роботи по створенню протирадіаційних заходів у будівництві були розпочаті в 1984 році, тобто ще до аварії на Чорнобильській АЕС, у корпорації "Київміськбуд". Вирішенню цієї проблеми присвячені численні наукові розробки фахівців з ВЦРМ АМН України та науково-виробничої фірми "РОСА" [10].

У сумарній дозі від усіх джерел радіаційного забруднення доля керованих будівельних чинників складає понад 60% ($4461 \text{ мкЗв} \times \text{р}^{-1}$), тобто є визначальною. Основними дозоутворюючим фактором є радон і продукти його розпаду (58,8% загальної дози – $4200 \text{ мкЗв} \times \text{р}^{-1}$). Доза, обумовлена радіоактивністю будівельних матеріалів, складає в середньому по Україні приблизно 4,5% ($261 \text{ мкЗв} \times \text{р}^{-1}$) від загальної, але для мешканців індустріально розвинених міст може формувати до 40% сукупного радіаційного впливу. Саме рівень гамма-фону визначає радіаційну якість будівельного об'єкту.

Аналізуючи сучасний стан нормативної та наукової бази, можна констатувати, що система радіаційного захисту населення базується лише на контролюванні нормативних радіаційних параметрів, тобто в будівництві не виконується один із основних принципів радіаційної безпеки – зниження дози опромінення до можливо низького рівня (принцип ALARA); не існує достатньо надійних математичних моделей визначення рівнів активності природних радіонуклідів у будівельних матеріалах, що робить неможливим перетворення некерованого зараз процесу формування колективної дози в керований; фактично відсутні дослідження в області будівельних об'єктів від радіації у випадку локальних і глобальних радіаційних аварій.

Знизити сумарну дозу радіаційного випромінювання у будівельних об'єктах можливо лише за рахунок керованих компонент, але для побудови розрахункової моделі необхідно враховувати всі джерела іонізуючого гамма-випромінювання, які пов'язані з будівництвом: ра-

діоактивність будівельних матеріалів, природний (зовнішній) гамма-фон, космічне випромінювання.

Для розрахунків рівнів гамма-фону в приміщеннях будівельних об'єктів, який формується випромінюванням огорожі, використаємо відоме співвідношення В.І.Карпова. Але додатково введемо поправку на зовнішній гамма-фон, космічне випромінювання та коефіцієнт запасу, який враховує долю інших (крім бетону) матеріалів будівельного об'єкту.

Математична модель С.П.Броневицького для приміщення будівельних об'єктів, представлених у вигляді паралелепіпеда з випромінюючими стінами кінцевої товщини може бути відображена наступною аналітичною залежністю

$$D_{\text{ПР}\gamma} = 12\pi \times k_{\gamma} \times (C_{\text{еф}} \times \rho \times R) \ln S \varepsilon \alpha + D_k \times K_k + D_{\text{зов}} \times f. \quad (1)$$

Тут $D_{\text{ПР}\gamma}$ – рівень гамма-фону у приміщенні ($\text{мкЗв} \times \text{р}^{-1}$); k_{γ} – іонізаційна гамма-постійна ($\text{Р} \times \text{см}^2 \times \text{мКч}^{-1} \times \text{год}^{-1}$); ξ – об'ємна щільність джерела випромінювання ($C_{\text{еф}} \times \rho$ ($\text{Бк} \times \text{м}^3$)), де $C_{\text{еф}}$ – СА ПРН у будівельних матеріалах, ρ – щільність матеріалу; R – товщина огорожі (см); $\ln S = 1,5$; $D_k \times K_k$ – космічна компонента гамма-фону; $D_{\text{зов}} \times f$ – зовнішній гамма-фон; ε – поправка на невипромінюючі прорізи (вікна, двері) у стінах приміщень; α – коефіцієнт, який враховує долю ПРН в інших (крім бетону) матеріалах будинку ($1,1 \div 1,5$ відповідно для серії АПВС і КТ).

За допомогою цієї аналітичної залежності (1) можна визначати рівні гамма-фону в приміщеннях і теоретично визначати СА ПРН ($C_{\text{еф}}$) в одному кілограмі маси будівлі, при яких буде забезпечений норматив дози.

Показник $C_{\text{еф}}$ для конструкцій в $\text{Бк} \times \text{кг}^{-1}$ є "радіаційною маркою". "Марка" бетону повинна вказуватися у проекті і в замовленні заводу-виробнику. Радіаційна марка конструкцій встановлюється аналогічно марці на міцність: 50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 370 ($\text{Бк} \times \text{кг}^{-1}$).

Контрольні рівні на радіаційні параметри будівельних об'єктів встановлюються для оперативного управління колективною дозою з метою зниження дози іонізуючого випромінювання до можливо низького рівня. Їх величина повинна бути менше основних дозових меж (нормативних рівнів).

Перехід від нормативних рівнів радіаційних параметрів до контрольних є одним із основних факторів, що впливає на ефективність

системи радіаційного захисту (рис.1).

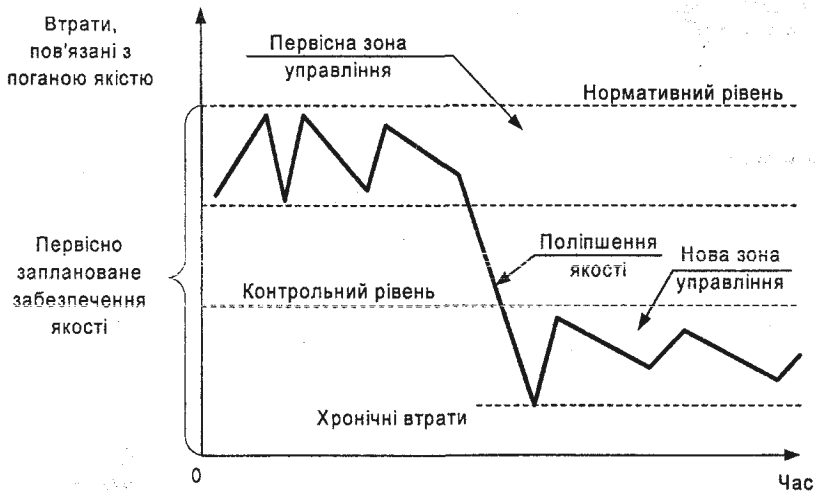


Рис.1 – Принцип дії контрольних рівнів

Концепція контрольних рівнів повністю відповідає основним принципам радіаційної безпеки і забезпечує: збереження нормативного рівня радіаційного впливу на даній території (регіон, область, місто, будівельний об'єкт); поліпшення радіаційної обстановки.

Дані, наведені в табл.1, свідчать, що для дотримання нормативу ПЕД на будівельних об'єктах контрольні рівні СА ПРН у будівельних конструкціях не повинні перевищувати $150 \text{ Бк} \times \text{кг}^{-1}$ (у середньому по об'єкту будівництва).

Для встановлення контрольних рівнів за допомогою співвідношення (1) визначено умовну залежність ПЕД від C_{ef} (табл.1).

Таблиця 1 – Співвідношення ПЕД і C_{ef} у приміщеннях

Об'єкти серій КТ і АПВС ПЕД ($\text{мкР} \times \text{год}^{-1}$)	Будівельні матеріали, СА ПРН ($\text{Бк} \times \text{кг}^{-1}$) "Радіаційна марка"
65	370 (норма)
60	350
52	300
45	250
37	200
30(норма)	150
22	100
14	50

Перехід на роботу за системою контрольних рівнів здійснюється відповідно до проекту, розробку якого може здійснювати служба радіаційного контролю за рішенням будівельної організації. Проект переходу на систему контрольних рівнів передається на експертизу в місцевий орган санепіднагляду і після позитивного висновку затверджується керівництвом будівельної організації. При перевищенні контрольних рівнів необхідно проводити розслідування (служба радіаційного контролю) з метою усунення причин, що викликали це перевищення.

Планомірне зниження контрольних рівнів дозволить досягти основної мети – зниження колективної дози опромінення в будівництві.

Контроль за внесенням радіоактивності в об'єкт необхідно починати в самому початку загального технологічного циклу і слідкувати за тим, щоб сумарна активність не перевищувала норматив (рис.2).

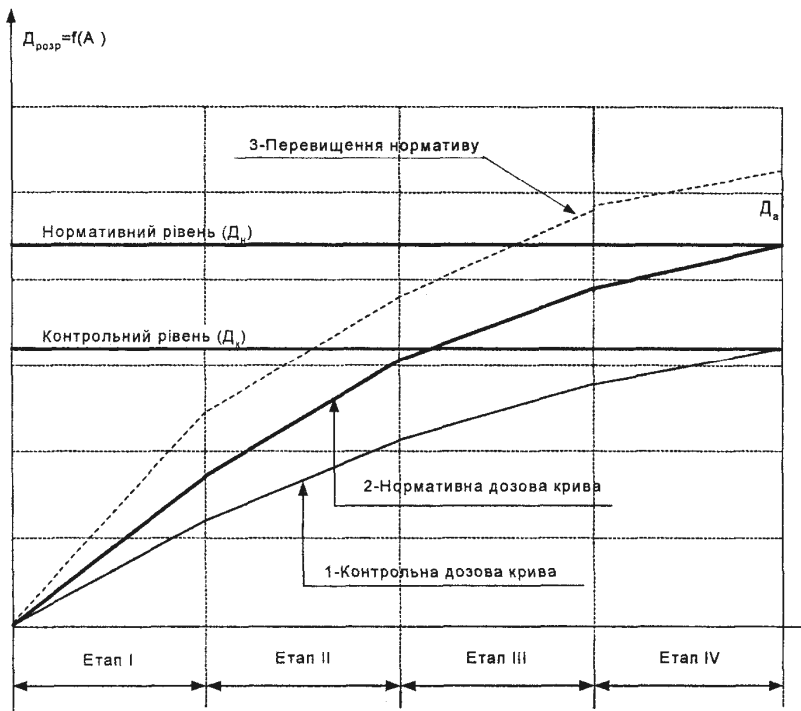


Рис.2 – Формування дози в процесі будівельного виробництва

Технологічний цикл поділяється на чотири етапи: заготівлення сировини і матеріалів, виготовлення конструкцій, будівельне виробни-

цтво, експлуатація (період накопичення радону – один рік). На кожному з етапів будівництва об'єкту величини радіаційних параметрів повинні бути такими, щоб очікувана доза D_a у момент часу була нижче чи рівна нормативу дози D_n (нормативні радіаційні параметри повинні відповідати нормативам). Коли активність перевищує норматив, заходи до її зниження необхідно приймати терміново, до початку робіт наступного етапу.

Коли служба радіаційного контролю (РК) контролює дотримання нормативів радіаційного забруднення (крива 2 на рис.2), її функції обмежуються визначенням радіаційних параметрів на кожному етапі і порівнянням їх з нормативом. Служба повинна давати рекомендації лише у випадках перевищення нормативів.

Функціональні можливості такої служби РК не забезпечують виконання одного з основних принципів радіаційної безпеки – "зниження дози опромінення до можливо низького рівня". В цьому випадку зростає ризик перевищення нормативів навіть до втрати готового будівельного об'єкту.

Більш досконалою є структура служби радіаційного контролю, яка працює із застосуванням методу контрольних рівнів. Поліпшення радіаційної якості досягається завдяки встановленню контрольних рівнів радіаційних параметрів на кожному з технологічних етапів будівельного виробництва для кожного з факторів опромінювання.

Сьогодні прийнято три варіанти служб РК у будівництві:

1. Служба РК – "Контроль нормативних рівнів". Лабораторія РК проводить контрольні вимірювання, результати контролю надаються замовнику, який сам приймає рішення і реалізує їх на виробництві.

2. Служба "РК" – "Забезпечення нормативних рівнів". Структура служби включає: пункти проведення контрольних вимірювань і відбору проб; лабораторію. РК, яка проводить контрольні дослідження і обробку інформації, що надходить з пунктів РК, обмін даних про результати вимірювань, аналіз результатів і видачу актів про результати замовнику (при перевищенні нормативних рівнів – рішення про захист будівельного об'єкту). Служба передбачає видачу замовнику документації, якою підтверджується виконання (невиконання) нормативних рівнів радіаційних параметрів.

3. Служба РК – "Встановлення контрольних рівнів". Служба передбачає дослідження об'єктів і видачу документації, яка підтверджує виконання (невиконання) нормативних і контрольних рівнів радіаційних параметрів. Результати вимірювань систематично заносяться в банк даних (ПЕОМ), обробляються і аналізуються. В результаті розробляються рекомендації замовнику про встановлення чи зміна контро-

льних рівнів радіаційних параметрів (рис.3).

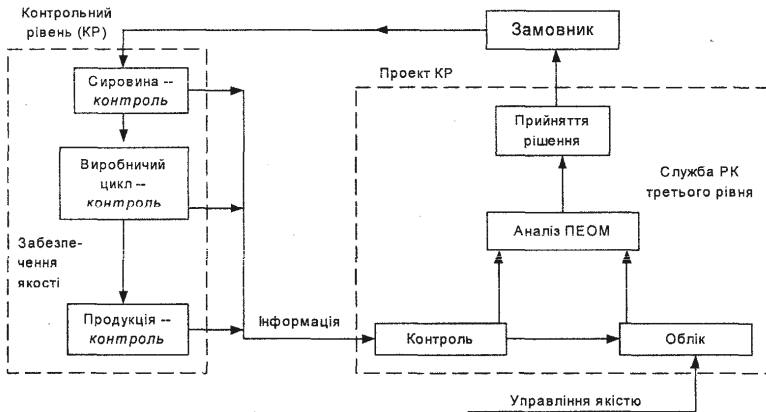


Рис.3 – Служба РК – «Встановлення контрольних рівнів»

Структура служби РК залежить від функцій, які на них покладаються, а саме:

- вимірювання рівнів СА ПРН у будівельних матеріалах; контроль потужності експозиційної дози зовнішнього гамма-випромінювання (ПЕД);
- контроль середньорічної рівноважної еквівалентної концентрації (ЕРК) родону-222 у повітрі приміщень.

Основною функцією системи контролю є контролювання збільшення перевищення нормативних чи контрольних рівнів.

Основним критерієм оптимальності роботи служб радіаційного контролю є мінімум колективної ефективної еквівалентної дози.

У випадках перевищення нормативних рівнів обов'язково, а при перевищенні контрольних рівнів рекомендовано застосовувати засоби зниження рівнів радіації, тобто захисту будівельних об'єктів.

Захист будівельних об'єктів повинен впроваджуватися за офіційно затвердженою проектною документацією і мати паспорт з такими показниками: ефективність захисту (величина зменшеної колективної чи індивідуальної дози радіаційного випромінювання); вид захисту (перелік джерел радіаційного випромінювання, від яких захищає засіб); строк служби захисту (проектні дані).

Радіаційний захист повинен проектуватися з урахуванням неможливості перевищення допустимих рівнів регламентованих радіаційних параметрів (табл.2).

Таблица 2 – Допустимі рівні та основні радіаційні параметри

Регламентовані радіаційні параметри	Допустимі рівні для груп будівельних об'єктів		
	1	2	3
Сумарна активність природних радіонуклідів (СА ПРН), Бк × кг ⁻¹	≤ 370	≤ 470	≤ 1350
Потужність експозиційної дози (ПЕД), мкР × год ⁻¹	≤ 30	≤ 50	–
ЕПК C _{Рн} , Бк × м ⁻¹	≤ 50	≤ 100	–

Захист від іонізуючого випромінювання може вирішуватися трьома основними методами: екранування джерел випромінювання; зменшення часу опромінення; збільшення відстані від джерела випромінювання.

На стадії організаційно-технологічного проектування (ПОБ, ПВР) радіаційні фактори повинні враховуватися для вибору майданчика під будівництво, місця розташування побутового містечка (захист будівельників при аварійних ситуаціях), розташування робочих зон на будівельному майданчику).

Захист за допомогою екранування доцільно проектувати при локальних радіаційних аваріях, коли забруднені лише окремі конструкції будівельного об'єкту. Ефективність захисту визначається коефіцієнтом ослаблення (захисту) від радіації, величина якого залежить від властивостей будівельних матеріалів і товщини шару захисту від γ-випромінювання.

Організаційно-технологічна документація повинна розроблятися з включенням заходів захисту від радону, які можна виділити на режимно-технологічні (зниження ескалації радону з ґрунта; природна вентиляція; влаштування систем витяжної вентиляції) та конструктивно-планувальні (ліквідація підвалів при проектуванні; оптимальне розміщення приміщень різного призначення; підвищення ізоляційних властивостей конструкцій (перекриття)).

Конструкція радону в приміщеннях будівельних об'єктів у значній мірі залежить від ізоляційних властивостей конструкцій. Добрі ізоляційні властивості мають бітумні мастики, силікатні емалі, епоксидні смоли та ін.

При проектуванні вибір засобів захисту досить широкий. Тому захист повинен охоплювати не тільки елементи будівлі (матеріали, конструкції), а і планувальну структуру об'єкту та інженерне обладнання (вентиляція). При цьому необхідно дотримуватися таких вимог: максимальне підвищення ізоляційних властивостей конструкцій, що

огороджують; активізація архітектурно-планувальної структури будівлі; максимальне збільшення повітрообміну.

Зменшення концентрації радону в ґрунті досягається за допомогою інженерного захисту ділянки під забудову: буріння свердловин для виходу радону в місці його концентрації; зниження рівня ґрунтових вод (при підвищеній концентрації в них радону); виключення зворотної засипки рихлим ґрунтом; неприпустимість порушення цілісності ґрунтів; цементизація і силікатизація основи; максимально можливе зменшення площі забудови. Необхідно пам'ятати, що чим більша поверховість будинку, тим меншу колективну дозу від радону отримають його мешканці.

Будівельній організації необхідно визначити рівень концентрації радону в ґрунті на стадії інженерного пошуку, на підставі чого можна визначити верхню межу очікуваної ЕРК родону-222 у приміщенні майбутньої будівлі. За даними інженерного пошуку розробляється комплекс протирадонових заходів. Контроль ЕРК радону після закінчення будівництва (ввід до експлуатації) не проводиться.

Приймальній комісії передається: акт дослідження ділянки під забудову; акти на приховані роботи (протирадонові заходи захисту).

Науково обґрунтовані рекомендації щодо дії лінійного персоналу будівельного об'єкту щодо зниження аварійних рівнів гамма-випромінювання розроблені С.П.Броневицьким і приведені на рис.4.

При виявленні місць (кімнат, квартир та ін.) з підвищеним рівнем ПЕД необхідно застосовувати наступні заходи захисту: вилучення забруднених конструкцій чи матеріалів; влаштування екранів, які послабляють гамма-випромінювання; вилучення джерел випромінювання частини джерела і влаштування захисту (екрану); комплексний – зниження ПЕД до можливо низького рівня та перепрофілювання приміщення; виділення та демонтаж об'єкту.

При розробці робочого проекту захисту необхідно виконувати всі необхідні розрахунки і техніко-економічне обґрунтування. Розробляються в ПОБ, ПВР розділ "Радіаційна безпека" та погоджується з органами санепідемнагляду.

Проектом захисту повинен встановлюватися порядок виконання робіт по розбиранню, транспортуванню, складуванню та подальшому використанню (якщо це можливо з точки зору радіаційної безпеки) цих матеріалів.

Проектом виконання робіт (рис.5) повинні передбачатися заходи захисту будівельників (забезпечення спецодягом, респіраторами, пилепідтиснення).

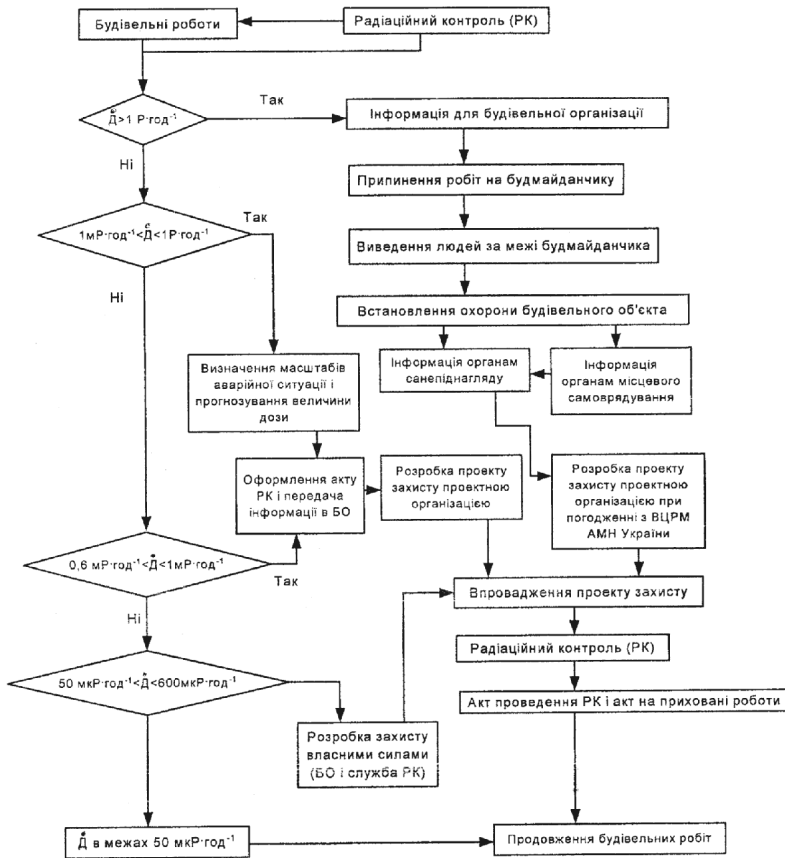


Рис.4 – Прийняття рішення в умовах локальної радіаційної аварійної ситуації

Для забезпечення зниження колективної дози іонізуючого опромінення будівельників в аварійних умовах всі роботи необхідно виконувати в мінімально можливі строки і за допомогою мінімальної кількості виконавців.

Захист будівельних об'єктів повинен впроваджуватися за офіційно затвердженою проектною документацією і мати паспорт.

Але, крім захисту від радіаційного забруднення, проблема екологізації будівельного виробництва нерозривно пов'язана з діяльністю по захисту і відтворенню здорового середовища на будівельному майданчику. Будівництво крупних об'єктів (мостових переходів, ТЕЦ, про-

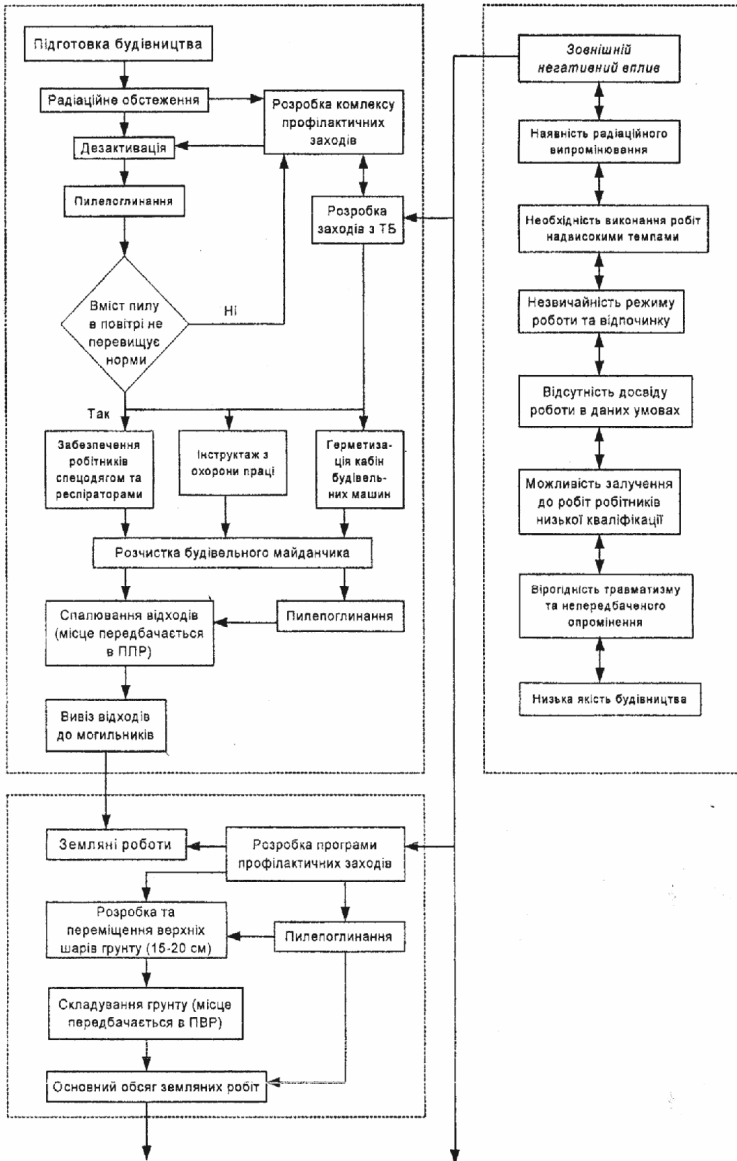
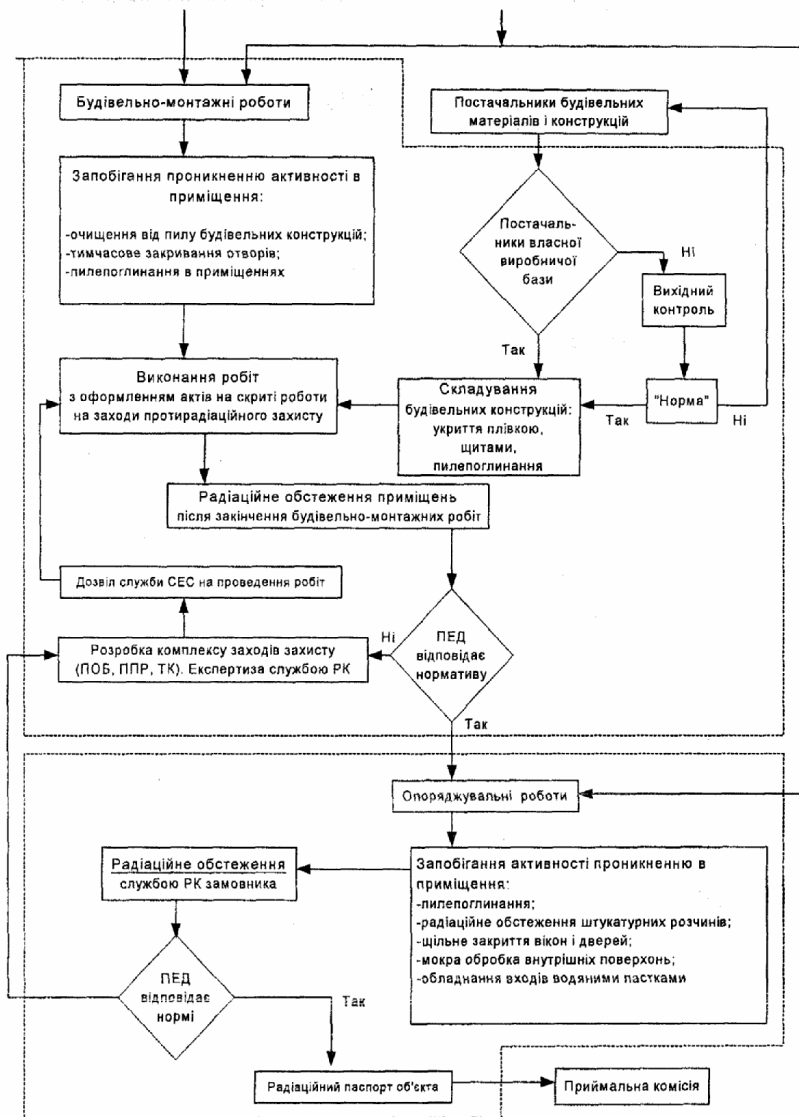


Рис.5 – Організація будівництва в умовах глобальної радіаційної аварії, організаційно-технологічні вимоги



Продовження рис.5

мислових комплексів та ін.) пов'язано з інтенсивним впливом на навколишнє середовище. В процесі будівництва практично неминучі екологічні витрати, які відбуваються на різних стадіях формування об'єкту, що потребує значних витрат з метою відтворення та компенсації.

Особливість екологічної діяльності на період будівництва нерозривно пов'язана з особливостями самих будівельних процесів. Відносно швидка зміна технологічних процесів, які здійснюються на будівельному майданчику, визначає зміну інтенсивності та характеру забруднень, що вносить певні ускладнення в проведення екологічного контролю СА ПРН, ПЕД, ЕРК. Зміна місця прикладання виробничої діяльності обумовлює неповторність екологічних ситуацій для різних територій, що утруднює виробництво єдиної концепції формування захисту навколишнього середовища в період будівництва. Пряме вилучення з біогеоценозу додаткових територій обумовлює необхідність відтворення ландшафтів, порушених внаслідок будівельної діяльності.

Практично діяльність по будівництву об'єктів зумовила дві сторони впливу будівельного виробництва на навколишнє середовище:

- трансформація земельно-водного простору, а також зміна середовища в зоні проведення робіт;
- вплив на середовище за межами майданчика.

Не дивлячись на те, що в масштабах інвестиційного циклу забруднення при будівництві об'єкту розглядається як короткочасне і епізодичне, неврахування його веде до дуже небезпечних наслідків. Ступінь і тривалість його дії різні і залежать від багатьох факторів і різних екологічних ситуацій на будівельних майданчиках.

Основними видами екологічного забруднення будівельних майданчиків є:

- початкове забруднення, що характеризує екологічну ситуацію на початок будівництва;
- поточне забруднення, пов'язане із забрудненням атмосфери та шумовим навантаженням, що виявляється безпосередньо в період здійснення технологічних процесів;
- залишкове забруднення, пов'язане із зміною геологічного середовища, руйнування ґрунту, знищення рослинництва, забрудненням водойм, яке в основному і визначає кінцеву величину сумарної шкоди по завершенні будівництва.

Аналіз екологічних ситуацій при будівництві крупних об'єктів дозволив також виявити тенденції формування шкоди залежно від умов навколишнього природного середовища.

Аналіз нормативно-конструктивної бази в будівництві показує, що її природоохоронна складова не відбиває в достатньому обсязі вимог урахування екологічних факторів у будівельній діяльності. Вимоги, що висуваються до охорони природи, часто розглядаються без певної системи, а сам перелік заходів є недостатньо повним. При цьому формування природоохоронного потенціалу на стадії проектування та будівництва об'єктів пов'язано з необхідністю створення прогресивних екологічних норм та вимог, які відповідають об'єктивним потребам охорони навколишнього середовища.

Класифікаційні основи екологічних забруднень на будівельному майданчику повинні вимагати слідуєчи основні положення:

1. Види будівельних робіт та їх технологія.
2. Джерела забруднення.
3. Наслідки негативного впливу забруднення.
4. Способи їх запобігання та усунення на етапах здійснення будівництва.

Розглянуті класифікаційні положення повинні бути використані при розробці екологічної частини проектів і проведення екологічних експертиз. Пріоритетним напрямком екологічної діяльності є екологічна підготовка території під будівництво і обладнання її засобами екологічного захисту, що дозволяє не тільки зменшити дію на навколишнє середовище в період будівництва, але й значно знизити витрати на відтворення і компенсації.

На сьогодні не розроблена методика визначення екологічних витрат на будівельному майданчику, що, в свою чергу, не дозволяє врахувати їх реальну величину. Розроблена методика визначення екологічних витрат у будівництві базується на вимогах, що виходять з природних і антропогенних особливостей ландшафту, а також екологічних характеристик технологічних процесів і будівельного об'єкту в цілому. Ці особливості визначаються станом природних компонентів навколишнього середовища, ґрунту, флори і фауни. Аналіз будівництва крупних господарських об'єктів дозволив визначити еколого-економічні параметри екосистеми "будівельний об'єкт – навколишнє середовище" і представити їх у вигляді:

$$U = \sum_{i=1}^n P_i + \sum_{j=1}^m B_j, \quad (2)$$

де U – сумарні екологічні затрати на будівництві; P_i – сумарні витрати на здійснення i -го виду заходів по відверненню шкоди; n – кількість факторів шкоди при будівництві; B_j – сумарні затрати на здійс-

нення j -го виду заходу на відтворення середовища; m – кількість заходів по відтворенню середовища.

$$P = P_{ИЗ} + P_{подг} + P_{об}, \quad (3)$$

де $P_{ИЗ}$ – витрати на додаткові інженерно-екологічні вишукування; $P_{подг}$ – витрати на екологічну підготовку; $P_{об}$ – витрати на обладнання майданчика засобами екологічного захисту.

$$B = B_{комп} + B_{Б.Б.} + B_{доп}, \quad (4)$$

де $B_{комп}$ – витрати на компенсаційні заходи та платежі; $B_{Б.Б.}$ – витрати на відтворення порушених земель та благоустрій території; $B_{доп}$ – додаткові витрати, пов'язані із зміною екологічних умов середовища в період будівництва.

За підсумком, у цілому економічна модель екологічної діяльності (2) має вигляд:

$$U = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{q=1}^Q P_q + \sum_{l=1}^L P_l + \sum_{p=1}^P P_p \right) + \sum_{i=1}^m \left(\sum_{h=1}^H B_h + \sum_{r=1}^R B_r + \sum_{k=1}^K B_k \right), \quad (5)$$

де $P_q = P_{ИЗ}$; $P_l = P_{ПОДГ}$; $P_p = P_{об}$; $B_h = B_{комп}$; $B_r = B_{Б.Б.}$; $B_k = B_{доп}$.

Отже, величина сумарних екологічних витрат залежить від стану екосистеми "будівельний об'єкт – навколишнє середовище". Цей стан визначається джерелами впливу (будівельного об'єкта) і реципієнтами (навколишнє середовище). Джерела складають набір, який характеризується такими параметрами: розмір, час дії, викиди, скиди, тверді відходи, технологічні особливості. Параметри, що характеризують реципієнти: розмір, чутливість, цінність, фон (природний і техногенний), геологічні умови, метеоумови.

Сумарна величина шкоди складається з екологічних витрат за окремими реципієнтами, тобто

$$\sum_{i=1}^I y_i = y_1 + y_2 + \dots + y_n, \quad (6)$$

де y_1, y_2, \dots, y_n – величина шкоди за окремими реципієнтами; i – вид реципієнта.

Таким чином, сумарна величина шкоди з врахуванням протікання деградаційних процесів в екосистемах за плином часу досягає максимального значення, що потребує значних витрат на поновлення порушення ландшафтів і компенсацію природокористувачу.

В той же час, екологічна підготовки і відвернення шкоди на період будівництва також пов'язані із значними витратами. При цьому всю шкоду усунути неможливо, тому що неможливо організувати будіве-

льний процес таким чином, щоб зовсім не впливати на навколишнє середовище. Дослідження проблеми взаємозалежності параметрів екологічних витрат зумовило необхідність створення методики визначення оптимального їх співвідношення. Ця проблема була досить повно вирішена О.В.Назаренко [11].

Аналіз тенденцій зміни витрат на відвернення шкоди P_i і відтворення середовища B_j привів до закономірного висновку, що екологічна діяльність не буде ефективною, якщо використовувати ці два напрямки екологічної діяльності без урахування їх взаємозалежності. Отримані залежності показують неефективність як максимального відвернення, так і повного усунення шкоди по закінченню будівництва, окремо.

Найбільш ефективним напрямком екологічної діяльності є комплексне взаємозв'язане здійснення середозахисної діяльності на період будівництва, з одного боку, і відтворення середовища і компенсація за завдання шкоди, з іншого. При цьому ці дві складові екологічних витрат знаходяться у функціональній залежності, графічне відображення якої в загальному вигляді представлено на рис.6. Критерієм мінімуму сумарних витрат на відвернення шкоди та відтворення середовища є:

$$U = P + B \rightarrow \min . \quad (7)$$

Графічна залежність між витратами P і B , сумарними затратами $U=P+B$ і величиною шкоди K_y визначає мінімальне значення сумарних витрат при залишкових збитках на період будівництва K_{y0} . При цьому необхідною умовою досягнення екологічного оптимуму витрат є виконання умов рівняння

$$|f'(K_{y0})| = |\phi'(K_{y0})| , \quad (8)$$

де $f(K_{y0})$ і $\phi(K_{y0})$ – відповідно функції зміни витрат P і B .

Таким чином, мінімум сумарних витрат має місце в тому випадку, коли приріст витрат на відвернення шкоди P при досить малому зменшенні його рівня K_{y0} стає рівним виникаючому при цьому зниженню витрат на компенсацію і відтворення, тобто при умові рівності їх по модулю. Отже, оптимум шкоди, завданої навколишньому природному середовищу в період будівництва, визначається не на множині всіх можливих величин шкоди K_{y0} , а на множині допущених за соціально-економічними критеріями. Це означає, що при виборі оптимального співвідношення сумарних екологічних витрат повинні виконуватися вимоги неперевищення допущеного рівня забруднення на період будівництва, тобто

$$K_{Y0} > K_Y^{don} \Rightarrow P_{opt} < P'_{opt} \Rightarrow U_{min} < U'_{min}, \quad (9)$$

тоді

$$K_{Y0} \rightarrow K_Y^{don} \Rightarrow P_{opt} < P'_{opt} \Rightarrow U_{min} < U'_{min}.$$

Ці методичні рекомендації передбачають індивідуальний облік стану екосистеми "будівельний об'єкт – навколишнє середовище", що дозволяє більш обґрунтовано підійти до визначення екологічних витрат у будівельному виробництві.

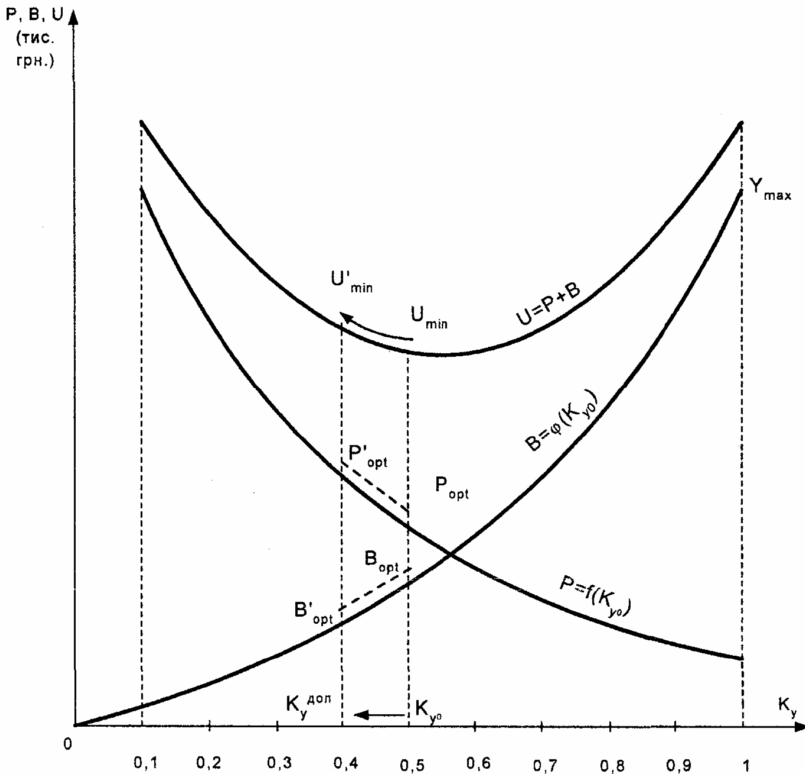


Рис.6 – Співвідношення P, B, U з врахуванням допущеної норми екологічної шкоди

Вивчення та аналіз практики будівництва крупних промислових комплексів, ТЕЦ, мостових переходів показує, що їх створення пов'язане з нагромадженням деградаційних процесів протягом тривалих

термінів будівництва. Зміна стану одного з компонентів природного середовища впливає на стан інших, які знаходяться в межах впливу будівельного техногенезу. Сумарні збитки навколишнього середовища внаслідок будівництва слід розглядати комплексно, з урахуванням шкоди по всіх складаючих їх компонентів і їх взаємозалежності.

Утворення значної величини шкоди в період будівництва попередує максимальній реалізації середозахисної діяльності на стадії підготовки і безпосередньо в період виконання будівельних робіт. Розрахунків і обґрунтування раціонального співвідношення заходів по відверненню шкоди та відтворенню середовища для конкретних об'єктів будівництва дозволили О.В.Назаренко [12] створити узагальнюючий алгоритм раціонального природокористування в будівельному виробництві (рис.7), який включає в себе наступні основні положення: нагромадження вихідної інформації; аналіз можливої шкоди; визначення оптимального співвідношення екологічних витрат.

Дослідження конкретної екологічної ситуації, пов'язаної з будівництвом мостового переходу через р.Волгу в м.Ульяновську [13] показали, що зведення таких крупних господарських об'єктів пов'язане зі значними витратами в природному середовищі. Ця обставина зумовлена тим, що дане будівництво охоплює значні за площею території, до складу яких входять різні види реципієнтів: сільськогосподарські, лісгосподарські, рибогосподарські та населення. Комплексна будівельна технологія реалізується за складною змішаною схемою розвитку взаємопов'язаних технологічних процесів, впливаючи на ряд компонентів навколишнього природного середовища: водне середовище, повітряне середовище, ґрунт, флору і фауну. В зв'язку з тим, що будівництво такого спорудження має значну тривалість, великий вплив на формування кінцевої величини сумарної шкоди чинять деградаційні процеси в природному середовищі. Підбір заходів проводиться відповідно з екологічною ситуацією, виходячи з максимізації відтворення шкоди (при $P \rightarrow \max$, $B \rightarrow 0$). Але повністю усунути шкоду в період підготовки і безпосередньо будівництва неможливо за наступних причин: не можна організувати будівельний процес таким чином, щоб зовсім не нанести шкоду навколишньому середовищу; будь-які середозахисні заходи можуть лише в тому чи іншому ступені знизити негативні впливи будівельного техногенезу на середовище, але не виключають його повністю; максимальне відвернення шкоди уявляється економічно недоцільним, бо пов'язане зі значними витратами при мінімальних результатах, тобто $\Delta P > \Delta K_y$.

У результаті визначення оптимального співвідношення між витратами на відвернення шкоди та відтворення середовища отримана

мінімальна величина сумарних екологічних витрат. Проте, внаслідок наявності неврахованої соціально-економічної шкоди ця величина зростає в результаті необхідності проведення додаткових екологічних заходів та його відтворення. Отже, отримана кінцева величина сумарних екологічних витрат повинна виходити із її мінімізації і допущеної величини шкоди, що формується в період будівництва об'єкту.

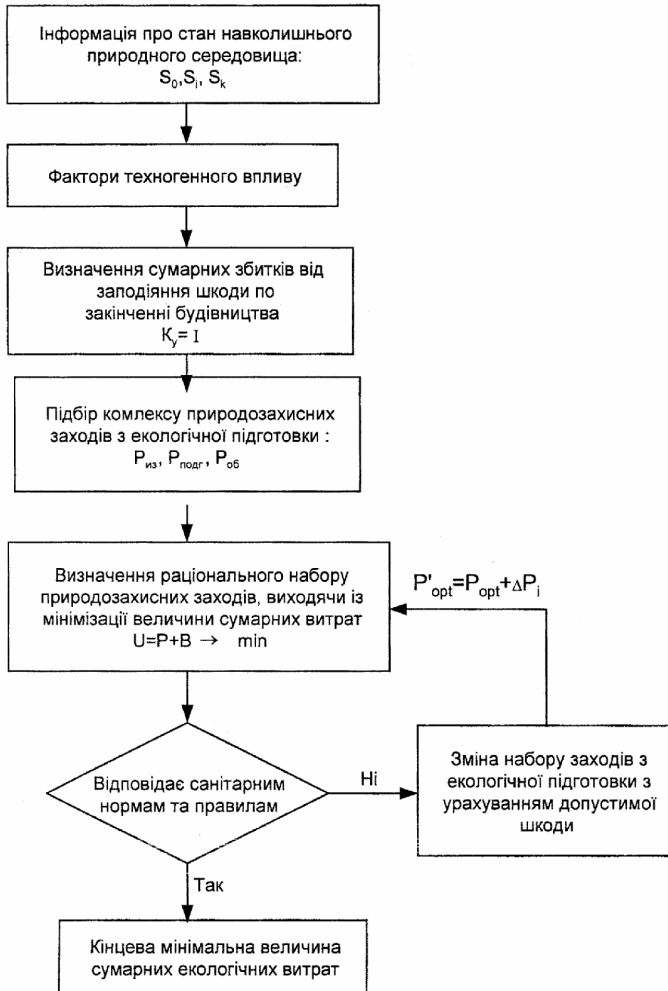


Рис.7 – Алгоритм оптимізації екологічної діяльності в будівельному виробництві

Прогнозування і планування еколого-економічних показників будівництва безпосередньо пов'язані з вивченням кількісної залежності між витратами на екологічні заходи (ΔPi), величин витрат на відтворення і компенсацію (ΔBj) і величини відтворення шкоди (ΔKy_i). Ці залежності були розраховані на ЕОМ за допомогою статистичного (кореляційного) методу. За вихідну інформацію взято перелік заходів по екологічній підготовці будівництва і обладнанню території засобами екологічного захисту у вартісній оцінці. Кількісний зв'язок між витратами і величиною відверненої шкоди носить статистичний характер. Для конкретної екологічної ситуації [13] модель має вигляд:

$$y = 6,81 - 9002 Ky \text{ (млн.грн.)}. \quad (10)$$

При розв'язанні задачі використано стандартний пакет прикладних програм кореляційно-регресивної залежності.

Так, як метою всякої екологічної діяльності є тримання максимально можливого зниження втрат в навколишньому природному середовищі, то втрати в навколишньому середовищі можуть визначатися еколого-економічною шкодою. Внаслідок особливостей екологічної діяльності на стадії будівництва, відвернену шкоду слід розглядати диференційовано, тобто стосовно середозахисної та середовідтворюючої діяльності.

Величина відтворення шкоди в результаті здійснення екологічної підготовки і обладнання будівельного майданчика засобами екологічного захисту визначається за формулою

$$\Delta P_P = V_{\max} - Y_0, \quad (11)$$

де P_P – величина відтворення шкоди в результаті здійснення середозахисної діяльності; V_{\max} – максимальна величина шкоди з урахуванням повної деградації середовища; Y_0 – залишкова величина шкоди, що формується в період будівництва.

Величина відвернення шкоди в результаті здійснення відтворюючої діяльності визначається:

$$X = (X_1^1, \dots, X_n^1, \dots, X_i^t, \dots, X_n^t) \in G; \quad (12)$$

$$f_j^t(X^1, \dots, X^t) \rightarrow \text{opt}, \quad t = 1, \dots, T; \quad j = 1, \dots, m,$$

де $Y_{\min} \rightarrow 0$.

При цьому кінцевим результатом здійснення екологічної діяльності є максимально повне відтворення шкоди за всіма компонентами (реципієнтами) навколишнього середовища, які змінюють свій стан (деградують) в результаті впливу будівельного техногенезу.

Як підсумок, повний еколого-економічний ефект здійснення екологічної діяльності на стадії будівництва визначається як сума відвернення збитків у результаті реалізації середозахисної ΔP_{pi} і середовітворюючої ΔP_{Bj} діяльності, тобто

$$\mathcal{E}_{ij} = \Delta P_{pi} + \Delta P_{Bj}. \quad (13)$$

Значно складніше вирішуються проблеми екологічного захисту при плануванні будівництва будівельного комплексу на регіон і на Україну в цілому.

На сучасному етапі відродження України раціональне використання природних ресурсів, охорона навколишнього середовища взагалі, і при будівництві, зокрема, є одним із пріоритетних напрямків діяльності всіх державних законодавчих і виконавчих ланок. Необхідність поліпшення планування і керування виробництвом і удосконаленням взаємозв'язку між економікою і природою неодноразово відмічалося у промовах Президента України В.А.Ющенка, Верховної Ради і Кабінету Міністрів України. Складовою частиною економічних досліджень, направлених на вирішення питань підвищення ефективності будівельного комплексу України, є розроблення методу управління функціонування будівельного комплексу України, погодженого з динамікою навколишнього середовища. Важливу роль в дослідженні і вирішенні проблеми забезпечення збалансованості планів державного будівництва, що є частиною загального господарського розвитку грають дослідження на основі використання економіко-математичних методів і моделей, складовими яких є положення екологічного захисту при будівництві окремого об'єкту чи комплексу об'єктів.

При вирішенні проблеми по розробці методів знаходження параметрів дії будівництва на навколишнє середовище для забезпечення збалансованості плану розвитку держави, в першу чергу, повинні враховуватися ті наслідки проведення будівельних робіт, які піддаються кількісній оцінці за допомогою імітаційного моделювання динаміки природного середовища. Відповідно до цього необхідно в перехідний період України до ринкових відносин вирішувати такі основні завдання: обґрунтування необхідності одночасного врахування сукупності соціально-економічних результатів при прийнятті рішень: розробка багатокритеріальної оптимізаційної моделі врахування фактора екологічних особливостей в регіональному плануванні будівництва; розробка методики забезпечення екологічної збалансованості народногосподарського плану розвитку будівельних робіт у регіоні чи в державі взагалі, включаючи конкретизацію багатокритеріальної постановки, яка застосовується до вказаної імітаційної моделі, яка використовується

ся для прогнозу наслідків будівництва на природне вирішення цього завдання відносно конкретного регіону, держави в цілому та аналіз їх результатів.

Ускладнення структури будівельного комплексу України при переході на ринкові взаємовідношення, розширення його можливостей, різке зростання впливу будівництва і структур, пов'язаних з будівництвом, на навколишнє середовище привели до необхідності прийняття до уваги екологічних факторів при плануванні і керуванні будівельним комплексом з метою забезпечення погодженості розвитку будівельної галузі України з динамікою навколишнього середовища.

Розвиток будівництва в регіоні визначається в рамках галузевої ієрархії керування економікою України. Завдання обласних (територіальних) органів планування в період ринкових взаємовідносин при цьому складаються в зміні в даному (галузевому) варіанті плану окремих параметрів з метою обернення більшого соціально-економічного ефекту за рахунок прийняття до уваги регіональних особливостей. Врахування екологічних факторів у територіальному плануванні зводиться до забезпечення екологічного збалансування планів будівництва, яке можна досягти за рахунок цілеспрямованого вибору параметрів бізнес-плану, суттєвих щодо взаємозв'язків будівництва з природним середовищем. При цьому необхідно враховувати вплив будівництва на природу і зворотну дію екологічних процесів, по-перше, на само будівництво (при цьому як безпосередня дія на ефективність використання самих засобів будівництва, так і опосередне – дія соціальних процесів, викликаних екологічними змінами на економіку через процес будівництва) і, по-друге, на соціальні результати регіонального (обласного) розвитку.

Аналіз існуючих точок зору щодо засобів урахування соціальних і економічних результатів у плануванні методами економіко-математичного моделювання свідчить, що врахування соціальних факторів в обмеженнях і критерії якості рішення є наслідком більш загального підходу, який складається в багатокритеріальній постановці мети керування взаємодією суспільства і природи. Така постанова дозволяє користуватися не тільки вказаними засобами врахування соціальних факторів, які в багатьох випадках є раціональними, але і іншими методами рішення багатокритеріальних задач, наприклад, за допомогою оптимізації в порядкових шкалах неадитивних згортків, лексикографічних методів. При цьому мета забезпечення в економічній збалансованості довгострокового державного або регіонального плану розвитку будівельної галузі, яка розглядається, буде представлена як векторна. В ній на рівні з критерієм максимізації народногосподарського

ефекту від будівництва в регіоні, нарахованого з урахуванням економічної оцінки природних ресурсів і втрати від екологічного порушення, повинні бути представлені соціальні характеристики плану будівництва в регіоні, такі як демографічні показники (захворювання, смертність, зміна соціального складу, переорієнтація людських потоків та інше), параметри якості середовища (її забрудненість, різноманіття, рекреаційна цінність та інше). Реальний процес складання народно-господарського плану будівництва в державі чи регіоні (області) вимагає мінімального числа ітерацій погодження між галузевими і територіальними аспектами, тому в галузевих планах слід корегувати як можна менше число параметрів, найбільш суттєвих у дії на навколишнє середовище. Вибір таких параметрів повинен забезпечити екологічне збалансування плану будівництва. При плануванні об'єктів будівництва (АЕС, мостів, ТЕЦ, ГОКів, металургійних комплексів, нафтових терміналів та інше), дія яких на природу укладається в основному в її забрудненні, вибору підлягає значення параметрів природоохоронних заходів. Планування використання відтворених природних ресурсів регіону потребує вибору параметрів технології будівельного виробництва з урахуванням еколого-економічних взаємозв'язків, оскільки екологічна збалансованість не може бути забезпечена за рахунок природоохоронних заходів при незмінній технології, яка визначена в галузевих планах. Вибір вказаних параметрів слід вирішувати так, щоб плани будівництва були найкращими з боку як економічних, так і екологічних, а також соціально-політичних характеристик.

Розглянемо загальну формальну постанову задачі:

$(X_1^t, \dots, X_k^t, X_{k+1}^t, \dots, X_n^t)$ – параметри інтенсивності дії будівництва на природу в рік, $t=1, \dots, T$; (X_b^t, \dots, X_k^t) – дія з боку будівельних організацій (перша група будівельних організацій), $t=1, \dots, T$; $(X_{k+1}^t, \dots, X_k^t)$ – дія з боку будівельних організацій, які експлуатують відтворені ресурси (друга група будівельних організацій), $t=1, \dots, T$; $r_1^t(X_1^t), \dots, r_n^t(X_n^t)$ – витрати, пов'язані з реалізацією дії на природу (X_1^t, \dots, X_n^t) , $t=1, \dots, T$; P_1^t – оцінка будівельної продукції будівельних організацій першої групи, незалежних від (X_1^t, \dots, X_n^t) , $t=1, \dots, T$; $P_2^t(X_1^t, \dots, X_n^t)$ – оцінка будівельної продукції будівельних організацій в рік t , $t=1, \dots, T$ залежно від дії на природу (X_1^t, \dots, X_n^t) в роки $t=1, \dots, T$; N_1^t – затрати будів-

ництва в першій групі будівельних організацій, незалежних від (X_1^t, \dots, X_n^t) , $t=1, \dots, T$; N_2^t – частина затрат на створення будівельної продукції другої групи будівельних організацій, незалежної від (X_1^t, \dots, X_n^t) , $t=1, \dots, T$; $q^t(X_1^1, \dots, X_n^t)$ – шкода (ефект) в рік t , $t=1, \dots, T$ залежно від дії на природне середовище $(X_1^\tau, \dots, X_n^\tau)$ в роки $\tau=1, \dots, t$; $f_1^t(X_1^1, \dots, X_n^t), \dots, f_m^t(X_1^1, \dots, X_n^t)$ – соціальні результати плану будівництва в державі чи регіоні в рік t , $t=1, \dots, T$ залежно від обраних параметрів керування $(X_1^\tau, \dots, X_n^\tau)$ в роки $\tau=1, \dots, t$; $G \in R^{n \cdot T}$ – область допустимих значень інтенсивності дії на природу в рік t , забезпечених всіма видами локальних ресурсів $t=1, \dots, T$; E – норматив дисконтування.

Задача укладається в виборі такого плану X з області G , при якому:

$$f_j^1(X_1^1, \dots, X_n^1, \dots, X_i^t, \dots, X_n^t) \rightarrow opt, \quad t = 1, \dots, T; \quad j = 1, \dots, m.$$

$$f_{m+1} = \sum_{t=1}^T (1+E)^{-t+1} \left\{ \left[P_1^t + P_2^t(X_1^1, \dots, X_n^1, \dots, X_1^t, \dots, X_n^t) \right] - \left[N_1^t + N_2^t + \sum_{i=1}^n r_i^t(X_i^t) + q^t(X_1^1, \dots, X_n^1, \dots, X_1^t, \dots, X_n^t) \right] \right\} \rightarrow \max. \quad (14)$$

Рішенням поставленої задачі є сукупність параметрів дії будівельного комплексу на природне середовище держави, регіону чи області, при якому здійснюється відповідаючий суспільним пріоритетам компроміс між досягненням соціальної і економічної мети суспільства за рахунок виконання будівельної програми при економічному розвитку України, регіону чи області.

Відзначаючи риси конкретного регіону, знаходять як ті соціально-економічні характеристики планів будівництва, які необхідно приймати до уваги при рішенні задачі, так і правила вибору одного з парето-оптимальних рішень, кращого за суспільними перевагами.

Якщо народногосподарські результати будівництва, в сумі з виміряними з ними згідно суспільним перевагам соціальними результатами, менші чим витрати, то вихідний галузевий план будівництва неможливо збалансувати з екологічними наслідками його реалізації. За рахунок вибору виділених параметрів перегляду повинні піддаватися

варіанти технології будівельного виробництва, просторове розміщення об'єктів будівництва на Україні, в регіоні чи області та ін.

Врахування економічних результатів і витрат у тих сферах будівельної діяльності, в яких суттєвим є взаємозв'язки між будівництвом і природним середовищем, вимагає загальної методологічної бази, і більшість питань економічної теорії у цій області є дискусійними. Тому основну увагу потрібно звертати на: врахування фактору часу в економічних розрахунках щодо екологічних питань, оцінка економічного ефекту або прибутку, одержуваного в різних регіонах внаслідок неоднакової здатності природних систем до самовідновлення; оцінка народногосподарських збитків від екологічних порушень будівництвом; економічна оцінка природних ресурсів.

Особливості урахування економічної складової затрат і результатів будівництва в природокористуванні полягають у тому, що в їх склад необхідно включати оцінку впливу антропогенних екологічних змін на будівництво і оцінку природних ресурсів, що виражає ефект, одержаний в народному господарстві при їх оптимальному використанні (елементарний приклад, що більше дає для України, регіону чи області – гектар орної землі чи те підприємство, яке буду збудовано на ній?). Крім того, довгостроковий характер планування в природокористуванні визначає особливу значимість методів врахування, фактора часу. В більшості практичних і теоретичних досліджень урахування нерівнозначних різночасових економічних величин здійснюється за допомогою дисконтируючої функції, наприклад, за формулами складних відсотків. При цьому необхідно чітко розділяти задачу аналізу і рахування таких чинників, як падіння суспільної цінності вживання благ впродовж часу, динаміка оцінок продуктів і ресурсів, невизначеність майбутніх результатів тощо. Необхідно розглядати два підходи до метода дисконтування. В першому, під нормативним дисконтуванням розуміється величина падіння суспільної цінності економічних благ за один рік. Така об'єктивно-суттєва величина нормативу дисконтування є єдиною для народного господарства України і визначає норматив ефективності капітальних вкладень, віддача яких повинна компенсувати збитки від вибуття ресурсів (землі, води, лісових насаджень тощо) із сфери вживання. При другому підході до вимірювання економічних величин впродовж часу під нормативом дисконтування розуміється коефіцієнт сумісного урахування суспільних переваг вживання впродовж часу, динаміки оцінки продуктів і ресурсів, невизначеності соціальних чинників та ін.

При порівнянні затрат і результатів впродовж часу для вибору кращого плану будівництва об'єктів потрібно мати на увазі, що ця за-

дача може бути вирішена і іншими, відмінними від дисконтування, методами. Якщо задачу планування будівництва з урахуванням екологічних особливостей представити у вигляді моделі векторної оптимізації, в якій кожному моменту часу відповідає своя цільова функція, то дисконтування можна інтерпретувати як один з методів вирішення даної задачі шляхом її скаляризації за допомогою встановлення ваги кожної цільової функції в адитивному згортку. Такий теоретичний розгляд показує, що використання дисконтування може вважатися задовільним, якщо існують області стійкого оптимального рішення відносно змін нормативу дисконтування такі, що вибір відповідного плану може бути обґрунтованим. Метод дисконтування доцільно використовувати для знаходження підмножини парето-оптимальних рішень векторної задачі шляхом рішення скаляризованих задач при різних дисконтах.

При керуванні якістю природного середовища доцільно використання двох взаємозв'язаних видів оцінок. Ними є, по-перше, замикаючі витрати на природоохоронні заходи, величина яких і, відповідно розміри природоохоронних витрат і обсяг допустимих екологічних порушень внаслідок будівництва, визначаються здатністю природних систем України, регіональних і обласних природних систем до самовідновлення, їх асиміляційним потенціалом, а також суспільним перевагам, згідно яких порівнюються затрати запобігом екологічних порушень внаслідок будівництва і їх соціально-економічний ефект. По-друге, економічна оцінка ефекту ренти, який створюється в різних регіонах України, внаслідок неоднакового рівня суспільно допустимих екологічних порушень. При цьому на практиці неможливо відділити частину ефекту, який укладається в економії природоохоронних витрат, яка утворюється внаслідок асиміляційних можливостей регіону від частини обумовленої соціально-економічними факторами (щільність населення, соціально-економічного розвитку, особливостей системи переваг населення та ін.).

При обґрунтуванні оцінки економічного збитку від антропогенних екологічних порушень потрібно враховувати, що збитки від збільшення захворювань населення складають величину збитків добавочного продукту, оскільки не слід включати в його склад виплати з фонду соціального страхування на випадок тимчасової непрацездатності, в силу цільового характеру вказаного фонду, відокремленого від засобів споживання і накопичення.

Важливим елементом планування і накопичення, виявлення впливу будівництва на екологічні системи є формування методики забезпе-

чення екологічної збалансованості довготермінових регіональних планів розвитку народного господарства на Україні.

Перспективним підходом до ідентифікації параметрів функцій, які визначають задачу (14), є використання імітаційних моделей динаміки природних систем для прогнозу екологічних наслідків антропогенних дій на природне середовище регіону.

Для конкретизації розробленої загальної постановки (14) задачі забезпечення екологічно збалансованого плану розвитку будівництва в регіоні в якості джерела інформації про наслідки вибираємих господарських рішень повинна використовуватися система екологічного прогнозу України. Відповідно можливості даної імітаційної системи визначають коло дій на природне середовище, яке враховується при забезпеченні екологічної збалансованості будівництва на Україні в цілому, регіоні чи області.

При плануванні будівництва і функціонування групи промислових підприємств розглядаються забруднення середовища різними агентами (окису сірки, вуглеводними з'єднаннями свинцю, ртуті, кадмію та інше). По відношенню до галузей, які експлуатують відтворюючі природні ресурси, задача складається у виборі інтенсивності дій на навколишнє середовище в довгостроковій перспективі (параметри орошувально-осушувальних робіт, внесення добрив різних видів, господарське освоєння нових територій та ін.). Модель має вигляд:

$$X = (X_1^1, \dots, X_n^1, \dots, X_i^t, \dots, X_n^t) \in G$$

$$f_j^t(X^1, \dots, X^t) \rightarrow \text{opt}, \quad t = 1, \dots, T; j = 1, \dots, m.$$

$$f_{m+1}(X) = \sum_{t=1}^T (1+E)^{-t+1} \left\{ P_\alpha^t(X^1, \dots, X^t) - \left[N_2^t + \sum_{i=l+1}^n r_i^t(X_i^t) + q^t(X^1, \dots, X^t) + \sum_{i=t}^l r_i^t(X_i^t) \right] \right\} \rightarrow \max. \quad (15)$$

Векторна постановка задачі скаляризована шляхом виділення в якості критерія максимізації економічного ефекту, при цьому соціальні характеристики плану повинні бути враховані в обмеженнях. Тому векторна задача зводиться до аналізу і порівнянню рішень послідовності задач максимізації економічного ефекту при різних обмеженнях на величину соціальних результатів:

$$\begin{aligned} X &\in G; \quad f_i^t(X) \leq b_i^t; \quad j \in Z_1, \quad t = 1, \dots, T; \\ f_i^t(X) &\leq b_i^t; \quad j \in Z_2, \quad t = 1, \dots, T; \\ f_{m+1}(X) &\rightarrow \max, \end{aligned} \quad (16)$$

де Z_1 – множина індексів f_j^t , обмежених зверху; Z_2 – множина індексів f_j^t , обмежених знизу.

Аналіз рішення таких скалярних задач дозволяє одержати для порівняння множини планів, належних парето-оптимальній області задачі (15). Вибір кінцевого рішення знаходиться змістовними пропозиціями на основі аналізу ефективних планів, які різняться величиною соціальних і економічних характеристик.

Для рішення задач вигляду (16) повинна бути розроблена національна система програмно реалізуючих процедур послідовної оптимізації за групами перемінних, використовуючи метод центрів тяжіння на двовірних багатотвірних. У цій системі прогноз наслідків аналізованих рішень може виконуватися за допомогою любого зовнішнього джерела інформації, зокрема системи екологічного прогнозу, результати роботи якого додатково економічно інтерпретуються.

Таким чином, підсумовуючи вищезгадане, можна зробити висновки:

1. Врахування факторів екологічного розвитку при державному, регіональному чи областному плануванні будівництва зводиться до забезпечення екологічної збалансованості плану будівництва, для чого при його розробці обов'язково повинен виконуватися цілеспрямований вибір параметрів дії на природне середовище, враховуючи соціальні і економічні результати господарської діяльності.

2. Задача врахування екологічних факторів у регіональному плануванні будівництва розглядається як багатокритеріальна, що визначає багатограння підходів до її рішення, яке вимагає аналізу множини ефективних рішень і виявлення суспільних переваг, при цьому пропонуються різні підходи до рішення, залежно від конкретних умов будівництва.

3. Встановлено, що екологічна діяльність в будівництві зумовлена як специфічними еколого-економічними особливостями, так і загальними еколого-економічними аспектами функціонування будівельного комплексу.

4. Нарахування екологічних факторів у період будівництва призводить до додаткового впливу їх на навколишнє середовище, що негативно відображається на загальному стані природних і місцевих ландшафтів.

5. Основними критеріями ефективності екологічної діяльності при будівництві є максимально повне усунення шкоди, а також мінімум сумарних екологічних витрат у результаті підбору раціонального

співвідношення екологічних заходів, з урахуванням допущеної норми забруднень в період будівництва.

6. В сумарній дозі від усіх джерел радіаційного забруднення доля будівельних факторів, які піддаються регулюванню – радон у приміщеннях і радіоактивність будівельних матеріалів – з урахуванням того, що людина до 80% часу проводить в приміщенні, складає понад 60% ($4461 \text{ мкЗв} \cdot \text{р}^{-1}$), тобто є визначальною.

7. Впровадження заходів з організації захисту будівельних об'єктів доцільно здійснювати залежно від таких визначених категорій опромінення: нормальні умови будівництва і експлуатації; локальні радіаційні аварії; глобальні аварійні ситуації, чим забезпечується ефективність оптимізації системи радіаційного захисту.

1.Шутенко Л.М. Міський житловий фонд: життєвий цикл і радіаційна безпека. – К.: Техніка, 2002. – 251 с.

2.Андрійцев В.І. Екологічний ризик у системі правовідносин екологічної безпеки: проблеми теорії // Наука та наукознавство. – 1998. – №2(20). – С.35-36.

3.Альгин А.П. Риск и его роль в общественной жизни. – М.: Мысль, 1989. – 175 с.

4.Ойгензихт В.А. Проблемы риска в гражданском праве. – Душанбе: Ирфан, 1972. – 280 с.

5.Методологічні та організаційно-технологічні аспекти зниження колективної дози радіаційного випромінювання на об'єктах промислового та цивільного будівництва України / С.А.Ушацький, В.О.Поколенко, С.П.Броневицький. – К.: КДТУБА, 1995. – 12 с.

6.Броневицький С.П. Радіаційний захист у будівництві: рівні прийняття рішення. – К.: КДТУБА, 1995. – 11с.

7.Андрейцев В.И. Теоретические проблемы правового обеспечения эффективности экологической экспертизы: Автореф. дисс. ... д-ра юрид. наук. – Харьков, 1992. – 43 с.

8.Гавриш С.Б. Уголовно-правовая охрана природной среды Украины. Проблемы теории и развития законодательства. – Харьков, 1994. – 530 с.

9.Толковый словарь по метрологии, измерительной технике и управлению качеством. Основные термины. – М.: Русский язык, 1990. – 317 с.

10.Броневицький С.П. Організаційно-технологічне забезпечення колективної дози: Автореф. дис... канд. техн. наук. – К., 1996. – 22 с.

11.Назаренко О.В. Методи визначення екологічних витрат в будівництві: Автореф. дис. ... канд. екон. наук. – К., 1994. – 22 с.

12.Гусарова Л.В., Ткаченко І.В., Назаренко О.В. Методика визначення еколого-економічної ефективності в будівництві. Вказівки до розрахунків. – К.: КДТУБА, 1993. – 15 с.

13.Назаренко А.В. К вопросу об охране окружающей среды в строительном производстве // Материалы научно-методической конференции. – Ульяновск: УГЛИ, 1993. – С.46-47.

Отримано 12.03.2008